

Desarrollo del Pensamiento Computacional con actividades musicales desenchufadas en distintos contextos educativos

Sepúlveda-Durán, Carmen María¹; Arévalo-Galán, Azahara²; García-Fernández, Cristina María.³

Recibido: 15 de septiembre de 22 / Aceptado: 13 de marzo de 23

Resumen. Trabajar el Pensamiento Computacional en el entorno escolar desarrolla habilidades concretas como la abstracción, el pensamiento algorítmico, automatización, entre otros. En este ámbito, un creciente interés investigador relaciona la mayoría de las propuestas educativas con el uso de tecnologías. Este trabajo analiza el desarrollo del Pensamiento Computacional a través de actividades desenchufadas dentro del Área de Música. Un total de 200 escolares de primaria, entre 10 y 12 años de centros públicos participaron en el estudio. Entre ellos, 150 fueron asignados al grupo experimental y 50 al grupo control. Los datos fueron recogidos en tiempos pre y post-intervención. Computational Thinking Test fue utilizado para medir el Pensamiento Computacional. El test t-Student fue utilizado para comparar las posibles diferencias entre grupo control y experimental. Modelos de medidas repetidas fueron usados para comparar las diferencias entre la pre y post-intervención, además, se consideró la moderación de las distintas capacidades académicas, del entorno y del origen étnico-cultural. Los resultados indican que no hay diferencias de medias en el pretest en ninguna variable. Tras la intervención en el grupo experimental, los datos señalan un aumento del Pensamiento Computacional en todos los escolares con distintas capacidades académicas, especialmente con el grupo de altas capacidades, y, un desarrollo destacado en escolares con dificultad de aprendizaje, inmigrantes y de zonas rurales. Las conclusiones remarcan la posibilidad de plantear estrategias educativas para desarrollar el Pensamiento Computacional, sin usar las tecnologías, y, su eficacia en grupos con distintas características psicosociales.

Palabras clave: actividades desenchufadas; educación musical; diversidad educativa; pensamiento computacional; STEAM.

[en] Develop Computational Thinking using unplugged musical activities in different educational contexts

Abstract. Working on Computational Thinking in the school environment develops specific skills such as abstraction, algorithmic thinking, automation, among others. Thus, a growing research interest relates the majority of educational proposals to the use of technologies. This work analyzes the development of Computational Thinking through unplugged activities within the Music Area. A total of 200 primary schoolchildren, between 10 and 12 years old, from public centers participated in the study. Among them, 150 were assigned to the experimental group and 50 to the control group. The data was collected at pre and post-intervention times. Computational Thinking Test was used to measure Computational Thinking. The t-Student test was used to compare the possible differences between the control and experimental groups. Repeated measures models were used to compare the differences between pre- and post-intervention, in addition, the moderation of the different academic abilities, environment and ethnic-cultural origin was considered. The results indicate that there are no mean differences in the pretest in any variable. After the intervention in the experimental group, the data indicates an increase in Computational Thinking in all schoolchildren with different academic abilities, especially with the group of high abilities, and an outstanding development in schoolchildren with learning difficulties, immigrants, and those from rural areas. The conclusions highlight the possibility of proposing educational strategies to develop Computational Thinking, without using technology, and its effectiveness in groups with different psychosocial characteristics.

Keywords: unplugged activities; music education; student diversity; computational thinking; STEAM.

Sumario. 1. Introducción 2. Revisión de la literatura 3. Método. 4. Resultados 5. Discusión y conclusiones. 6. Referencias bibliográficas.

¹ Universidad de Córdoba (España)

E-mail: s02seduc@uco.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1916-9266>

² Universidad de Córdoba (España)

E-mail: m02argaa@uco.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9002-0245>

³ Universidad de Córdoba (España)

E-mail: m12gafec@uco.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5189-4495>

Cómo citar: Sepúlveda-Durán, C. M.; Arévalo-Galán, A.; García-Fernández, C. M. (2023). Desarrollo del Pensamiento Computacional con actividades musicales desenchufadas en distintos contextos educativos. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 20, 69-84. <https://dx.doi.org/10.5209/reciem.83821>

1. Introducción

Las últimas leyes educativas vigentes en España, en concreto la Ley Orgánica de Educación, en su texto consolidado LOMLOE 2020, insta al desarrollo del lenguaje computacional en todas las etapas educativas, ya sea por contenido específico o transversal. En el Real Decreto 157/2022, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, se recoge dentro de la descripción de Competencia Digital, la necesidad de trabajar el Pensamiento Computacional a lo largo de toda la etapa y desde las distintas áreas. Además, se recoge la Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM). Este término está ampliamente aceptado como STEAM, ya que en la literatura científica se contemplan las artes como parte esencial de este conjunto (Leroy & Romero, 2021). Por otro lado, en Educación Infantil, el Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de Educación Infantil, recoge que, en el área 2 *Descubrimiento y exploración del entorno*, se experimentará progresivamente destrezas propias del método científico y del Pensamiento Computacional. Así, se ha introducido el aprendizaje del Pensamiento Computacional en las aulas de Educación Infantil y Primaria, siendo la finalidad incluir nuevos dispositivos electrónicos que desarrollen la competencia digital del alumnado, pero también, desarrollar el lenguaje de la programación desde la infancia.

Algunas propuestas curriculares más extendidas se centran en el aprendizaje y manejo de dispositivos (Angeli & Valanides, 2020; Dittert et al., 2021) como *Bee-bot*, *m-bot*, o *blue-bot* (entre otros), que familiarizan e inician al alumnado más joven en un lenguaje de programación básico. Otras herramientas utilizadas en los cursos superiores de primaria son *Scratch*, *code.org*, o *LEGO Mindstorms* (AlQarzaie & AlEnezi, 2022; Pérez- Marín et al., 2020) que permiten iniciarse en el lenguaje de la programación de manera lúdica. Todas estas propuestas tienen como base la utilización y manejo de dispositivos.

Sin embargo, agencias internacionales como UNICEF informan que, al menos, dos tercios de los estudiantes en edad escolar en el mundo no tienen acceso a internet en el hogar, y, en consecuencia, cuentan con escasos recursos electrónicos. Estos estudiantes pertenecen a contextos vulnerables y rurales. Es decir, desde la perspectiva educativa debe tenerse en cuenta la variedad de contextos y que la disponibilidad de medios no siempre es equitativa en todos los centros de enseñanza. Algunas plataformas como *Programamos.es* y *CSUnplugged* tienen en cuenta estos posibles factores, por lo que poseen un repositorio de actividades denominadas “*unplugged*” o “desenchufadas” (Bell et al., 2009). Estas actividades permiten trabajar el pensamiento computacional sin necesidad de utilizar dispositivos electrónicos, buscando una educación inclusiva y mismas posibilidades para todos.

Teniendo en cuenta las nuevas demandas educativas, la no existencia de un área concreta en Educación Primaria para trabajar las ciencias computacionales, y las posibles necesidades de los contextos educativos, este trabajo expone el diseño y aplicación del programa formativo “Música Desenchufada”, que desarrolla el pensamiento computacional desde el área de música sin utilizar dispositivos.

2. Revisión de la literatura

Pensamiento Computacional es definido por Wing (2017) como “los procesos de pensamiento involucrados en la formación de un problema y la expresión de su(s) solución(es) de tal manera que una computadora, humana o máquina, pueda llevarlo a cabo de manera efectiva” (p.8). De manera generalizada, se atribuye el desarrollo del pensamiento computacional al uso de dispositivos electrónicos o programas informáticos, usualmente utilizados en áreas como Informática, Tecnología o Matemáticas.

Sin embargo, las características del área de Música, y su relación intrínseca con el ámbito de las ciencias (Bell & Bell, 2018), ofrecen variedad de posibilidades para trabajar los contenidos relacionados con las Ciencias Computacionales. En la literatura, Collins (2018) detalla la relación entre el pensamiento algorítmico y la composición musical desde los primeros indicios histórico-musicales (como, por ejemplo, la afinación pitagórica). En relación con la actualidad, se están publicando experiencias de aprendizaje como las de Baraté et al. (2019), quienes trabajan la programación mediante *building blocks*, teniendo el lenguaje musical como base, o los trabajos de Andreotti & Frans (2019) que describen la pedagogía STEAM (Ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) a través del proyecto europeo iMuSciCA y cómo permite afianzar conceptos sobre física en el alumnado.

Trabajar en el aula el Pensamiento Computacional lleva al desarrollo de habilidades concretas. Estas habilidades difieren de cada autor, siendo las clasificaciones más o menos extensas. Bocconi et al. (2016), en su trabajo resume las clasificaciones más aceptadas en cinco concretas:

- Abstracción: hacer un problema más comprensible a través de la reducción de detalles innecesarios.
- Pensamiento algorítmico: llegar a la solución de un problema a través de una definición clara de los pasos.

- Automatización: proceso de ahorro de trabajo a través de la realización de tareas repetitivas.
- Descomposición: pensar en partes y componentes para resolver problemas complejos.
- Depuración: análisis y evaluación para predecir y verificar un resultado.
- Generalización: identificar patrones, similitudes y conexiones.

Estas habilidades se pueden desarrollar desde variedad de ámbitos del conocimiento, no siendo exclusivas de las Ciencias de la Computación. Así, se vienen trabajando ya desde el ámbito de la música con el propósito de que los estudiantes sean capaces de comprender un texto musical. Como ejemplo, existen experiencias que recogen el trabajo de la abstracción, descomposición y pensamiento algorítmico en trabajos de composición musical, dando como resultado datos positivos tanto en aprendizaje computacional como en teoría musical (Shafer & Skripchuk, 2020). La literatura muestra cómo se está investigando para que los ordenadores sean capaces de encontrar patrones y comprender estructuras musicales, tal y cómo realizan los estudiantes de música y músicos profesionales (Giraud et al., 2016) con el fin de agilizar los procesos de estudio musicales, así como la composición y el análisis musical.

Además de las habilidades expuestas, hay constancia de que trabajar el pensamiento computacional permite el desarrollo de otras habilidades. Klein & Lewandowski-Cox (2019) destacan el desarrollo de habilidades relacionadas con la empleabilidad, tales como la alfabetización de nuevos medios y el pensamiento adaptativo, que consiste en la capacidad de establecer objetivos realistas y concretos en distintas situaciones, generando emociones acordes a las vivencias.

Volviendo a las bases de este trabajo, el programa formativo “Música Desenchufada”, como se ha citado anteriormente, está orientado a trabajar las ciencias de la computación a través de actividades que no requieran de la utilización de ordenadores. Bocconi et al. (2016) destaca que el Pensamiento Computacional es un proceso de pensamiento y, por tanto, puede trabajarse de manera independiente a la tecnología. Las actividades “desenchufadas”, para ser denominadas como tal, deben cumplir las premisas de los trabajos de Bell et al. (2009): estar diseñadas para fomentar la resolución de problemas, utilizar materiales de bajo costo y que puedan ser adaptables a variedad de contextos educativos.

Los datos actuales muestran que existen resultados sobre la mejora de habilidades computacionales a través de programas formativos desconectados (Relkin et al., 2021) y que mediante el trabajo a través de actividades desenchufadas se ha acercado el pensamiento computacional a niños y adolescentes de escuelas con pocos recursos (Branco et al., 2021). La necesidad de buscar alternativas sobre la enseñanza computacional en las zonas rurales es latente, ya que la brecha digital se está haciendo cada vez más visible entre los escenarios urbano y rural, y algunas investigaciones en el alumnado de nuevo ingreso universitario así lo muestran (Clark, 2020; Nunez et al., 2020). Trabajos como los de Simmonds et al. (2019) buscan la formación docente a través de talleres computacionales, de manera que actualicen sus metodologías y siendo uno de los pilares básicos las actividades desenchufadas.

El programa formativo “Música Desenchufada” plantea sus actividades desde las metodologías activas, con un enfoque concreto en el trabajo cooperativo, buscando la participación de todo el alumnado. Con este enfoque, se plantea un entorno de trabajo escolar favorecedor de las relaciones interpersonales y adaptado a las exigencias y retos de la sociedad actual (Juárez-Pulido et al., 2019).

Siguiendo estas últimas líneas de innovación educativa sobre el desarrollo del Pensamiento Computacional sin dispositivos, este trabajo presenta como objetivo general comprobar el impacto del programa “Música Desenchufada” en el Pensamiento Computacional. A partir de este, se derivan los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar y aplicar el programa de formación musical “Música Desenchufada”.
- Conocer el impacto del programa de manera general en el alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria.
- Analizar el desarrollo de Pensamiento Computacional considerando su contexto (urbano o rural).
- Examinar el desarrollo del Pensamiento Computacional en función a las características del alumnado (capacidades académicas y diversidad cultural).

3. Método

3.1. Enfoque metodológico

Este estudio se desarrolla mediante un diseño de tipo cuasi-experimental, con medidas pretest y posttest en dos grupos. Estos grupos son, grupo experimental, cuyos integrantes realizan el programa formativo en pensamiento computacional musical, y grupo de control, formado por los sujetos que no participarán en las actividades de formación.

3.2. Variables

En el estudio se señala como variable dependiente la mejora del Pensamiento Computacional en los estudiantes. La variable independiente, en este caso, sería la aplicación o no del programa “Música Desenchufada”. Además, se han tenido en cuenta para el análisis del grupo experimental, las siguientes variables controladas:

- Entorno: Se define como alumnado de grupo rural aquel perteneciente a grupos de población de menos de cinco mil habitantes, cuyo centro educativo cuenta con una línea de enseñanza o, inclusive, aulas multinivel. El alumnado de grupo urbano hace referencia al que pertenece a grupos de población con más de cinco mil habitantes y variedad de servicios, cuyo centro educativo cuenta con, al menos, una línea de enseñanza completa.
- Capacidades académicas: Para establecer esta clasificación se tienen en cuenta los datos de escolarización del alumnado. Se define como grupo de dificultad de aprendizaje aquel estudiante que requiere de refuerzo dentro del aula, posee una adaptación curricular en al menos un área, o sigue un programa específico. Se nombra alumnado con talento o alta capacidad aquel estudiante que cuenta, al menos, con un programa de enriquecimiento curricular. Grupo medio hace referencia a los estudiantes que siguen el currículo escolar sin ninguna de las adaptaciones nombradas. Estas adaptaciones las realiza el centro escolar mediante los agentes y protocolos educativos establecidos para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado, de manera independiente a este estudio.
- Diversidad cultural: Se entiende como alumnado de diversidad cultural aquel que posee una nacionalidad distinta a la española.

3.3. Población y Muestra

La muestra fue seleccionada por conveniencia, siendo participes en ella los estudiantes de centros cuyos maestros especialistas de música accedieron a realizar las actividades musicales desenchufadas en las sesiones de música y aquellos cuyos tutores legales dieron consentimiento expreso para la recogida de datos. Además, debían cumplir con los siguientes criterios:

- Pertenecer a centros públicos de Andalucía (España).
- Cursar tercer ciclo de Educación Primaria (5º o 6º) en el curso escolar 2020/2021 y tener adquirido los conocimientos musicales básicos hasta los correspondientes a 4º de Educación Primaria (lectura fluida de partituras sencillas en clave de sol, identificación de figuraciones presentes en dichas partituras como distintas figuraciones rítmicas, barras de repetición, identificación de compases, etc.).
- No pertenecer a centros con formación en robótica, ya sea en horario escolar o extraescolar. De igual forma, no poseer conocimientos previos de programación.

Tras establecer estos criterios, en el estudio han participado 200 escolares del tercer ciclo de primaria con un rango de edad de 10 a 12 años (46% chicas, edad $M = 11.06$, $DT = 1.00$). Así, se estableció grupo experimental ($N=150$, 45.3% chicas, edad $M = 11.08$, $DT = 1.00$) y grupo control ($N=50$, 48% chicas; edad $M = 11.00$, $DT = 1.00$).

En cuanto a las características de los participantes de grupo experimental se señalan las siguientes:

- Contexto: Rural (9%) y urbano (91%).
- Capacidades académicas: Grupo medio (82%), dificultades de aprendizaje (14,7%), talentos y altas capacidades (3,3%).
- Características étnico-sociales: No (86%), Sí (14%). Los que sí presentan estas características poseen nacionalidad china (0,67%), venezolana (2,67%), italiana (0,67%), marroquí (1,33%), georgiana (1,33%), estadounidense (0,67%), costarricense (0,67%), holandesa (0,67%), ecuatoriana (2%) brasileña (0,67%), turca (0,67%) y etnia gitana (2%).

3.4. Instrumentos de obtención de información

Con el fin de obtener los datos de los estudiantes, cumplimentaron junto al pre y postest un breve cuestionario en el que señalaban género, edad, curso, y nacionalidad. Este cuestionario poseía un número de identificación personal, con el fin de que posteriormente los maestros especialistas pudiesen identificar y facilitar la información en referencia a la capacidad académica.

Para evaluar el Pensamiento Computacional se utilizó la escala *Computational Thinking Test*, $\alpha = .793$ (Román-González, 2015). Dicha escala está compuesta por 28 preguntas que evalúan diferentes comportamientos, con respuestas multiopción en la que solo una de ellas es correcta. Los índices fiabilidad fueron óptimos en pretest $\Omega = .95$, y postest $\Omega = .957$.

Cada una de las cuestiones de la escala son englobadas en una o varias de las siguientes dimensiones:

- Concepto computacional abordado:
 - o Direcciones: El ítem trabaja indicadores direccionales, ejemplo: “gira a la derecha” (4 ítems)
 - o Bucles (repetir “veces”, repetir hasta): Los ítems poseen indicaciones de repetición, como “repetir dos veces avanzar”, o “avanzar hasta llegar a...” (4 ítems).

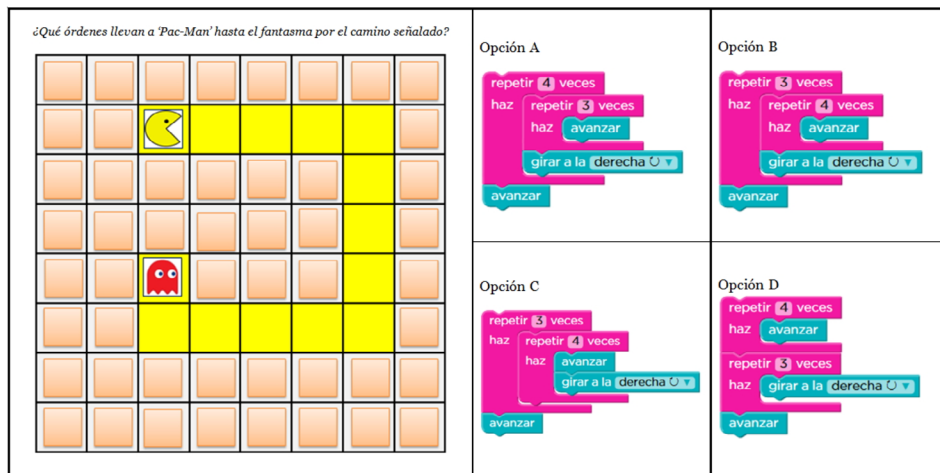


Figura 1. Ejemplo de pregunta con concepto de bucle (Román-González, 2015).

- o Condicionales (simples, compuestos, “mientras”): Los ítems poseen indicaciones como “si paso por...”, “si hay camino delante hacer avanzar, si no, hacer girar a la derecha”, “mientras haya camino delante hacer avanzar” (4 ítems).
 - o Funciones simples: agrupar varias instrucciones bajo un mismo nombre (4 ítems).
- Entorno del ítem: Laberinto (23 ítems) y lienzo (5 ítems).

¿Qué secuencia de órdenes debe ejecutar el artista para dibujar la escalera que llegue hasta la flor? Cada peldaño sube 30 píxeles

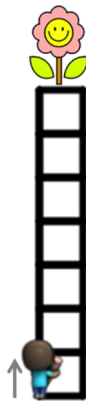


Figura 2. Ejemplo de pregunta en entorno lienzo (Román-González, 2015).

Para que 'Pac-Man' llegue hasta el fantasma por el camino señalado, ¿en qué paso de la siguiente secuencia de órdenes hay un error?

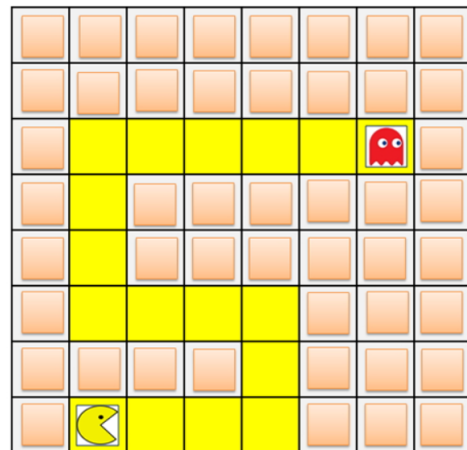


Figura 3. Ejemplo de pregunta en entorno laberinto (Román-González, 2015).

- Estilo de respuesta: Visual por flechas (8 ítems) y visual por bloques (20 ítems).

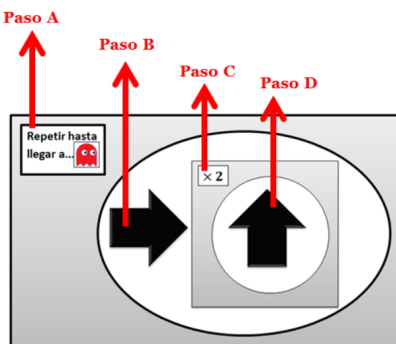


Figura 4. Ejemplo de respuesta visual por flechas (Román-González, 2015).

Opción A

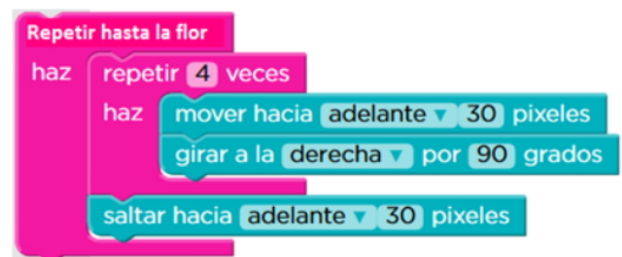


Figura 5. Ejemplo de respuesta visual por bloques (Román-González, 2015).

- Existencia o no de anidamiento: si existen instrucciones que deriven de otra instrucción. (Con anidamiento contamos con 19 ítems, y sin anidamiento 9 ítems).

Opción A



Figura 6. Ejemplo de respuesta sin anidamiento (Román-González, 2015).

Opción A

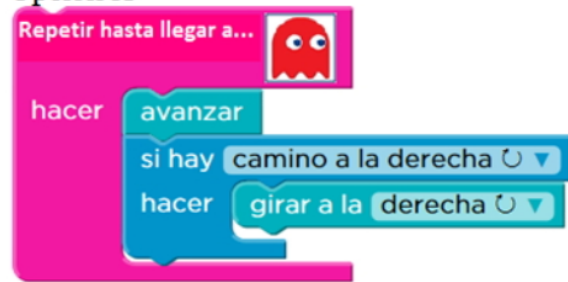


Figura 7. Ejemplo de respuesta con anidamiento (Román-González, 2015).

- Tarea requerida: Secuenciación (ordenar pasos, 14 ítems), completamiento (completar pasos, 9 ítems), depuración (revisar los pasos para identificar un error, 5 ítems).

Figura 8. Ejemplo de pregunta de completamiento (Román-González, 2015).

<p>¿Qué orden falta en la secuencia para llevar a 'Pac-Man' hasta el fantasma por el camino señalado?</p>	<p>Opción A</p> <p>Opción B</p> <p>Opción C</p> <p>Opción D</p>
---	---

Figura 9. Ejemplo de pregunta de depuración (Román-González, 2015).

<p>Para llevar a 'Pac-Man' hasta el fantasma por el camino señalado, ¿en qué paso de la siguiente secuencia de órdenes hay un error?</p>	
---	--

3.5. Procedimiento de recogida y análisis de datos

3.5.1. Procedimiento

El muestreo fue incidental por accesibilidad. Se contactó con los centros educativos y el profesorado para solicitar su colaboración. Aquellos que accedieron fueron contactados para plantear el cronograma de la intervención expuesto

en la Tabla 1. La administración de cuestionarios fue realizada por investigadores formados para ello. Antes de administrar el cuestionario se solicitó permiso a las familias de los estudiantes, se enfatizó en el anonimato, en la confidencialidad de los datos y en el carácter voluntario de la realización del mismo, pudiendo retirarse el estudiante del programa o de la realización de los cuestionarios en cualquier momento. Para la realización de la intervención, los investigadores realizaron una formación al profesorado sobre cómo resolver las tareas y trabajaron conjuntamente en el desarrollo de las sesiones con el alumnado.

Tabla. 1. Cronograma de actuaciones.

Grupo	Actuaciones		
Experimental	Pretest (abril)	Realización del programa formativo “Música Desenchufada” (abril- junio)	Postest (junio)
Control	Pretest (abril)		Postest (junio)

En primer lugar, se realizó la medición inicial (pretest): el alumnado del grupo experimental y control resolvió las preguntas del *Computational Thinking Test* sin formación específica.

Tras la primera recogida, se realizó el programa formativo musical centrado en el Pensamiento Computacional en el grupo experimental. Como planificación del aula, los docentes realizaron las siguientes actuaciones: Cada sesión contó con tiempo de explicación, y tras esta, el alumnado trabajó en grupo cooperativo. Estos grupos se componen de los siguientes roles, de carácter rotativo en cada sesión de formación:

- Portavoz: Comunica los resultados elaborados por el grupo.
- Secretario: Transcribe aquello que el grupo está resolviendo, con indicaciones de los demás miembros.
- Moderador: Establece turnos para hablar, mantiene un tono de voz adecuado en el grupo.
- Supervisor: Revisa si la tarea se está realizando conforme a lo que indica el grupo, controla que todos los miembros del grupo participen en la tarea.

El programa se compone de cuatro tareas de dificultad progresiva, tanto en el contenido musical como en las dimensiones abordadas. Para cada tarea fueron necesarias tres sesiones de cuarenta y cinco minutos. Estas tareas se realizan a través de distintos tableros de casillas, las cuales contienen fragmentos de partituras que se encuentran desordenados. El alumnado debe escribir los comandos necesarios para ordenar la partitura, para ello se le facilita una partitura modelo, y se combinaba la resolución del tablero con actividades prácticas relacionadas con la partitura: audición de la misma, musicogramas, análisis de la partitura, práctica instrumental de la pieza (*boomwhackers*, placas y pequeña percusión escolar), explicación y reconocimiento de las grafías musicales.

En la primera tarea, se trabaja una línea melódica simple, en compás de 4/4, de la canción *Just give me a reason* del grupo musical *Pink*. En esta actividad el alumnado trabaja recomponiendo la partitura a través de direcciones con flechas, usando bucles y anidamientos sencillos. El tipo de tarea trabaja concretamente el tipo laberinto y la tarea del alumnado consiste en escribir las órdenes necesarias para completar la partitura.

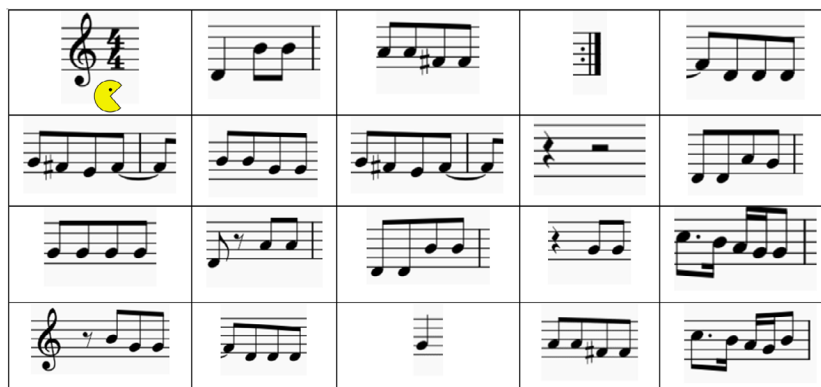


Figura 10. Tablero de la primera tarea



Figura 11. Partitura de la primera tarea.

La segunda tarea, posee una partitura con forma pregunta-respuesta en dos pentagramas, escrita en 4/4, con signos de repetición, una alteración accidental e indicaciones de carácter y de agógica. La partitura es una adaptación del tema de *Jazz Autumn Leaves*. En esta tarea deben recomponer la partitura haciendo uso de indicaciones por bloques, con bucles y anidamientos sencillos, trabajando el entorno del lienzo (aunque visualmente el entorno sea laberíntico, las indicaciones para ordenar la partitura son “píxeles”, propias del entorno del lienzo. Así, se le indicó al alumnado que cada casilla eran 60 píxeles de lado).

Figura 12. Tablero de la segunda tarea

Figura 13. Partitura de la segunda tarea.

La tercera tarea se basa en una partitura sobre “*El otoño*” de Vivaldi. Es una partitura escrita en dos pentagramas, con carácter polifónico, escrita en 4/4, con una alteración accidental, signos de repetición y dinámicas. Para recomponerla, es necesario hacer uso de indicaciones por bloques, condicionales, bucles “repetir x veces” y anidamientos sencillos en el entorno del laberinto.

A 3x5 grid of musical notation. The first cell contains two staves: the top staff is marked '(1° vez)' and the bottom staff is marked '(2° vez)'. A yellow smiley face icon is placed to the left of the first staff. The second cell contains two staves with a '2' below them. The third cell contains two staves. The fourth cell contains two staves with a 'f' dynamic marking. The fifth cell contains two staves. The sixth cell contains two staves with a 'p' dynamic marking. The seventh cell contains two staves. The eighth cell contains two staves. The ninth cell contains two staves. The tenth cell contains two staves. The eleventh cell contains two staves. The twelfth cell contains two staves.

Figura 14. Tablero de la tercera tarea.

A full musical score for the third task. It consists of three systems of staves. The first system has two staves: the top staff is marked '(1° vez) f' and the bottom staff is marked '(2° vez) p'. The second system has two staves with a 'p' dynamic marking. The third system has two staves. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings.

Figura 15. Partitura de la tercera tarea.

La cuarta y última tarea se trabaja a través de la partitura *We are the World*, escrita en dos pentagramas, siendo el superior la línea melódica de la voz, acompañada de la letra. El pentagrama inferior hace referencia a un acompañamiento instrumental sencillo. Está escrita en 4/4, con indicaciones agógicas y dinámicas, signos y casillas de repetición y figuración con uso del puntillo y contratiempos. Esta tarea trabaja indicaciones por bloques, condicionales, funciones y anidamientos en entrono de lienzo (se realizó igual que en la tarea número dos).

A 4x4 grid of musical notation for the fourth task. Each cell contains a staff with lyrics. The lyrics are: 'word must', 'life, the', 'come to- geth-er as', 'to', 'great-est gift of all', 'We are the world', 'time to lend a hand', 'Allegro', 'There comes a time...', 'when ye', 'peo- ple dy- ing', 'It's', 'when they', 'e heed a certain call', 'There are', and 'one'. A yellow smiley face icon is placed below the 'Allegro' marking.

Figura 16. Tablero de la cuarta tarea.

Allegro

There comes a time when we heed a certain call when the word must
 come to- geth-er as one There are peo- ple dy- ing It's time to lend a hand
 to life, the great-est gift of all We are the world
 We are the world We are the chil- dren we are the ones who make a bright-er day so let's start giv-
 ing There's a choice we're mak- ing We're sav- ing our own lives It's true
 we'll make a bet- ter day just you and me We are the word me.

Figura 17. Partitura de la cuarta tarea.

Tras finalizar el programa formativo, se lleva a cabo la aplicación de prueba de evaluación (postest) de Pensamiento Computacional tanto a grupo experimental como a grupo control.

Estas sesiones de trabajo con el grupo experimental fueron llevadas a cabo durante el tercer trimestre del curso 2020/2021, dentro de las sesiones de educación artística (música) del horario regular del alumnado. Las sesiones formativas se realizaron de acuerdo a las recomendaciones de los docentes especialistas de educación musical, quienes supervisaron las actividades desarrolladas.

3.5.2. Análisis de datos

En referencia al análisis de datos, con el fin de alcanzar el objetivo planteado, se crearon las distintas dimensiones utilizando las medias de los aciertos de manera general, y en cada una de las dimensiones que lo componen el cuestionario del Pensamiento Computacional descrito.

Para comparar las posibles diferencias de medias entre los grupos control y experimental, como prueba previa, se utilizó el análisis de la *t* de Student para muestras independientes en el pretest y postest. Posteriormente, la efectividad del programa formativo fue estudiada a través modelos lineales de medidas repetidas, comparándose el pretest y postest tanto en grupo experimental como en control, teniendo en cuenta las variables entorno, capacidad académica y diversidad cultural. Se utilizó la prueba de Tukey para el análisis post-hoc. La codificación y análisis de los datos se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 26.

4. Resultados

4.1. Impacto del programa “Música Desenchufada” en el pensamiento computacional en escolares de tercer ciclo de primaria

Los resultados referentes al impacto del programa formativo “Música Desenchufada” en la prevalencia del pensamiento computacional mostraron diferentes variaciones porcentuales en el grupo experimental pero no en el control. Así, la prueba de Chi resultó significativa en el grupo experimental para *Computational Thinking Test*, $\alpha = .793$; $\chi^2(361,150) = 557.481$; $p = .000$.

Las posibles diferencias de medias entre grupos experimental y control fueron analizadas usando la prueba *t* de *Student* para muestras independientes (Tabla 2).

Tabla. 2. Análisis de las diferencias de medias entre los grupos experimental y control.

	M	DT	t	p
Pre-intervención, pensamiento computacional grupo experimental	11.83	3.95	-.629	.530
Pre-intervención, pensamiento computacional grupo control	12.20	4.80		
Post-intervención, pensamiento computacional grupo experimental	17.86	4.55	7.472	.000
Post-intervención, pensamiento computacional grupo control	12.26	4.70		

Las diferencias de medias entre grupo control y experimental, y en el pretest y post test fueron analizadas usando la prueba *t* de *Student* para muestras repetidas. Concretamente, fueron analizados el pensamiento computacional y los factores que se incluyen en él.

En relación a las diferencias en el pretest y post test, en el grupo experimental, el pensamiento computacional ($t = -18,30$; $p = .000$), y la mayoría de los constructos que la componen fueron variables que aumentaron más que en el grupo control tras la aplicación del programa formativo musical (Tabla 3).

Tabla. 3. Puntuación de los pretest y posttest de Pensamiento Computacional, así como de los constructos que lo componen

		Grupo Experimental (N = 150)			Grupo Control (N=50)		
		M	DT	P	M	DT	p
F1	Pre- intervención	11.83	3.95	.000	12.20	4.80	.000
	Post-intervención	17.86	4.55		12.26	4.70	
F2	Pre- intervención	10.48	3.56	.000	10.46	4.08	
	Post-intervención	14.76	3.82		10.34	3.97	
F3	Pre- intervención	1.44	1.01	.897	1.42	.90	
	Post-intervención	3.13	1.27		1.44	.90	
F4	Pre- intervención	5.42	1.84	.000	5.38	1.99	
	Post-intervención	6.53	1.42		5.32	2.00	
F5	Pre- intervención	6.51	3.06	.000	6.50	3.20	
	Post-intervención	11.36	3.74		6.50	3.15	
F6	Pre- intervención	11.83	3.95	.000	12.26	4.70	
	Post-intervención	17.86	4.55		12.24	4.71	
F7	Pre- intervención	5.45	2.19	.000	5.42	2.35	
	Post-intervención	8.90	2.60		5.46	2.35	
F8	Pre- intervención	5.00	2.24	.000	4.82	2.44	
	Post-intervención	7.61	2.51		4.82	2.47	
F9	Pre- intervención	2.14	1.41	.000	2.38	1.74	
	Post-intervención	2.87	1.44		2.42	1.69	
F10	Pre- intervención	1.38	1.16	.003	1.26	1.12	
	Post-intervención	2.20	1.26		1.36	1.19	
F11	Pre- intervención	1.01	.88	.160	1.10	.95	
	Post-intervención	1.72	1.01		1.20	1.01	
F12	Pre- intervención	1.72	1.06	.000	1.88	1.27	
	Post-intervención	2.46	1.09		2.02	1.30	
F13	Pre- intervención	6.15	2.13	.000	5.86	2.09	
	Post-intervención	9.26	2.60		5.82	2.06	
F14	Pre- intervención	4.20	1.79	.000	4.58	2.00	
	Post-intervención	5.66	1.78		4.60	1.87	
F15	Pre- intervención	1.57	1.09	.080	1.44	1.12	
	Post-intervención	2.96	1.14		1.42	1.01	
F16	Pre- intervención	7.03	3.01	.000	7.04	3.62	
	Post-intervención	11.65	3.68		7.08	3.53	

Nota. F1= Factor 1, pensamiento computacional; F2 = Factor 2, entorno laberinto, F3= Factor 3, entorno lienzo; F4 = Factor 4, respuesta de estilo visual por flechas; F5 = Factor 5, respuesta de estilo visual por bloques; F6 = Factor 6, concepto de dirección; F7 = Factor 7, concepto de bucle “repetir x veces”, F8 = Factor 8, concepto de bucle “repetir hasta”, F9= Factor 9, concepto de condicional simple; F10 = Factor 10, concepto de condicional compuesto; F11= Factor 11, concepto de condicional “mientras”; F12= Factor 12, concepto de función simple; F13= Factor 13, tarea de secuenciación; F14= Factor 14, tarea de completamiento; F15= Factor 15, tarea de depuración; F16= Factor 16, anidamientos.

4.2. Impacto en el Pensamiento Computacional en grupos de distinto entorno

Considerando la interacción de la variable del entorno, rural (9%) y urbano (91%), se evaluó la afectividad del programa. Los resultados señalan diferencias estadísticas significativas ($F = 6.223$; $p = .014$) que muestran un aumento de medias en escolares con origen urbano y rural. Sin embargo, en el presente estudio cabe reseñar que el aumento de medias es más acusado en el entorno rural (Figura 18).

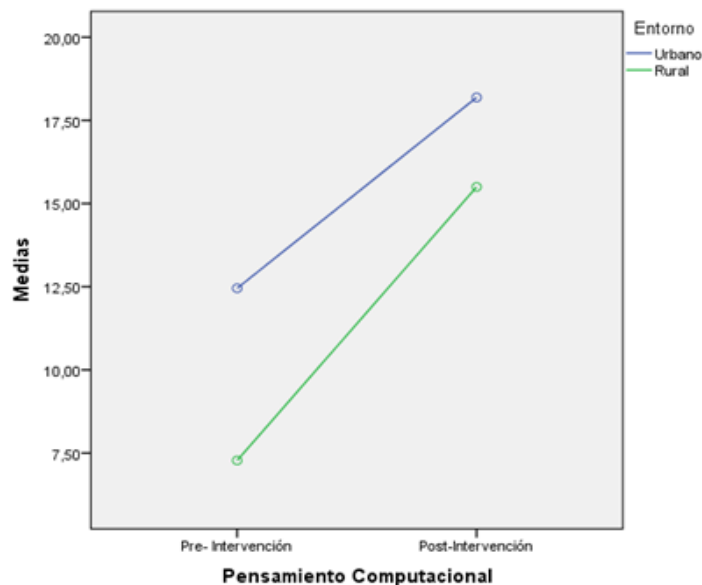


Figura 18. Puntuación del grupo experimental en grupos de distinto entorno.

4.3. Datos complementarios: Impacto en el pensamiento computacional en grupos con otras características.

4.3.1. Distintas capacidades académicas

La efectividad del programa fue analizada considerando distintas capacidades académicas del alumnado. Las diferencias de medias relativas a la pre y post-intervención, en el grupo experimental, indicaron que el pensamiento computacional ($F = 6.844$; $p = .001$) aumentó significativamente en todos los grupos con distintas capacidades más que en grupo control tras la intervención (Figura 19).

Se encontraron diferencias significativas en el análisis post hoc entre los siguientes grupos: en el grupo de escolares con altas capacidades en comparación en el grupo estándar ($p = .006$) y con el grupo de escolares con dificultades de aprendizaje ($p = .001$) con medias superiores en el grupo de altas capacidades.

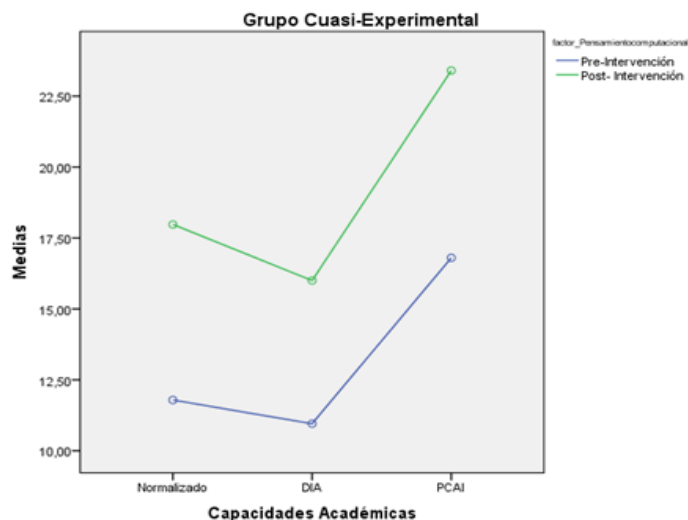


Figura 19. Puntuación del grupo experimental en el grupo de distintas capacidades académicas.

4.3.2. Diversidad Cultural

Considerando la interacción de la variable del origen étnico-social (nativo y extranjero) se evaluó la efectividad del programa. Los resultados señalan diferencias estadísticas significativas ($F = 6.109$; $p = .015$) que indican un mayor aumento de medias de ambos grupos, siendo el aumento de medias algo mayor en escolares con origen nativo (Figura 20).

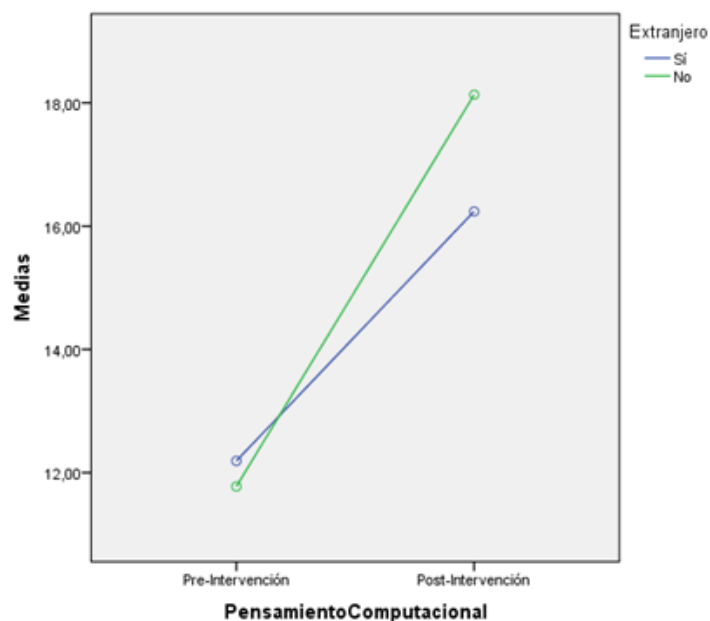


Figura 20. Puntuación del grupo experimental en el grupo de diversidad cultural

5. Discusión y conclusiones

La mayor parte de las investigaciones sobre el desarrollo de Pensamiento Computacional, así como aquellas intervenciones formativas en este aspecto, suelen tener como objetivo la utilización de dispositivos electrónicos. En este aspecto, sobre el objetivo general propuesto en este trabajo, *comprobar el impacto del programa “Música Desenchufada” en el Pensamiento Computacional*, cabe decir que los resultados han sido satisfactorios, observándose un desarrollo positivo en la puntuación de los estudiantes participantes.

En lo referente a la muestra, se considera como limitación el número de sujetos que han participado en ella. Sobre todo, en este aspecto se hace mención al grupo control, que hubiese sido de interés ser del mismo tamaño que grupo experimental.

El instrumento utilizado para conocer el impacto del programa formativo fue *Computational Thinking Test* (Román-González, 2015). Este, ha sido empleado en otros estudios, tales como los de Álvarez-Rodríguez (2017), quien lo utilizó eficazmente para comprobar el desarrollo del Pensamiento Computacional en estudiantes de 6º curso de Primaria tras una formación con *Scratch*. El test presenta ciertas limitaciones que su mismo autor expresa: no muestra ítems específicos que permitan evocar algoritmos correctos, o problemas complejos y abiertos. Sin embargo, a través de las actividades propuestas en la formación musical, sí se trabajan estos aspectos, aunque no se evalúen propiamente. Por lo tanto, y respecto a esta limitación, sería de interés evaluar este programa formativo con otros instrumentos, como el desarrollado por Kong & Wang (2021) o mediante los *Bebras problems* (Lockwood & Mooney, 2018).

En cuanto al objetivo específico *Diseñar y aplicar el programa de formación musical “Música Desenchufada”*, se concluye que se han cumplido a lo largo de las tareas propuestas las premisas de las denominadas *Unplugged Activities*. Estas premisas eran:

- Fomentar la resolución de problemas: En este caso, se produce a través de resolver un tablero computacional de forma cooperativa.
- Utilizar materiales de bajo costo: En las actividades propuestas solo es necesario lápiz y papel, ya que el tablero puede imprimirse o realizarse de manera manual.
- Ser adaptable a multitud de contextos: Las actividades pueden ser modificadas a los gustos e intereses de los estudiantes participantes. Además, la premisa anterior sobre el uso de materiales de bajo costo permite que puedan ser llevadas a cabo a distintos entornos, independientemente del nivel de recursos con los que cuente el centro educativo.

La experiencia avala buenos resultados al realizar tareas computacionales desenchufadas, como las expuestas en este estudio, como actividades previas al estudio de fundamentos de programación, además de mejorar el razonamiento lógico - matemático de dichos estudiantes (Montes-León et al., 2020). Teniendo estos datos como base, se concluyen como positivos los datos obtenidos y la efectividad de las actividades musicales desenchufadas planteadas con el objetivo de desarrollar el Pensamiento Computacional.

En lo referente al objetivo específico *Conocer el impacto del programa de manera general en el alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria*, los resultados generales muestran un aumento significativo en el grupo experimental en la mayoría de las dimensiones medidas, tras llevarse a cabo el programa formativo. Estos resultados son especialmente reseñables, ya que concuerda con la literatura científica previa. Estudios han observado cómo la resolución de actividades desenchufadas mejoraba las habilidades de Pensamiento Computacional, independientemente de los antecedentes de aprendizaje del grupo de estudio (Sun et al., 2021).

En lo referente al objetivo específico *Analizar el desarrollo de pensamiento computacional considerando su contexto (capacidades académicas y diversidad cultural)*, cabe mencionar que en el estudio destaca en puntuación el alumnado perteneciente al grupo urbano, pero, sin embargo, es más pronunciado el desarrollo de Pensamiento Computacional en el grupo rural. Debe tenerse en cuenta, como limitación, que la representación de este grupo en este estudio es escasa, por lo que sería de interés ampliar el estudio a un mayor número de población. Parte de la dificultad para encontrar participantes del entorno rural se deriva de la situación del maestro especialista de música, ya que, no en todos los centros rurales se cuenta con este perfil. Este hecho ocurre cuando un centro educativo cuenta con poco alumnado y se reduce la plantilla de profesorado.

Por otro lado, es necesario contrastar los datos obtenidos sobre la escuela rural con otros estudios similares. La escuela rural posee características que permiten una formación más personalizada: ratios de alumnado más reducidas, derivando en mayor atención por parte de los docentes, y entorno familiarizado con metodologías cooperativas y colaborativas debido a la existencia de aulas multigrado. En este aspecto, los aparentes inconvenientes que suelen destacar en la escuela rural, hacen que sean características idóneas para el desarrollo del aprendizaje (Quilez-Serrano & Vázquez-Recio, 2012). La mayoría de los estudios sobre Pensamiento Computacional y escuela rural se centran en acercar los dispositivos y medios informáticos a estas zonas (Coenraad et al., 2021; Croff, 2017; Nogueria et al., 2021). En la literatura existen datos positivos que concuerdan con los arrojados en este estudio, ejemplo de ellos es el desarrollo del Pensamiento Computacional de alumnado de zonas rurales tras haber realizado actividades desenchufadas (Yuliana et al., 2021) y estudios como los de Avery & Kassam (2011) que muestran datos de cómo a partir de actividades computacionales relacionadas con la vida diaria de los estudiantes rurales, en este caso, el área de música, permiten que aprendan conceptos sobre estas ciencias.

Con estas bases, se concluye que el programa formativo “Música Desenchufada” es idóneo para el contexto rural desde una doble perspectiva: En primer lugar, por la capacidad de desarrollo del Pensamiento Computacional en los estudiantes, y, en segundo lugar, por permitir una alfabetización musical más completa en aquellos centros que no se cuenta con un especialista de música.

El último objetivo específico *Examinar el desarrollo del Pensamiento Computacional en función a las características del alumnado* destaca, igualmente, datos favorables. Por un lado, se aprecia un avance en Pensamiento Computacional en todos los grupos de capacidad académica, mostrando mayor puntuación el alumnado de alta capacidad intelectual. Debemos tener en cuenta que las actividades de “Música Desenchufada” están orientadas a la resolución de problemas, una tipología de actividades que es atractiva para los estudiantes más avanzados, ya que les permite poner en práctica procesos cognitivos más complejos además de fomentar las relaciones con el resto de estudiantes. La literatura recoge que integrar actividades desenchufadas dentro de la planificación docente supone una mayor inclusión de este tipo de alumnado en las aulas (Jagust et al., 2018). Además, la novedosa complejidad de estas actividades les produce un mayor interés no solo hacia la actividad, sino también hacia la asignatura que la presenta. Estudios precedentes recogen que todos los estudiantes que trabajaban el Pensamiento Computacional en relación con el área de música aumentaban los resultados en música y programación, además viéndose reforzados los estudiantes con calificaciones más altas (Petrie, 2001). Por lo tanto, la alta puntuación de este grupo puede justificarse, además de por una mayor capacidad intelectual, por la motivación generada hacia el programa formativo, tanto a nivel de diseño de actividades como a nivel de metodológico para su resolución.

Por otra parte, el aspecto más reseñable de los datos que nos muestra este apartado es la capacidad de mejora del grupo de estudiantes con dificultad de aprendizaje. Esto se justifica, al igual que en el grupo de mayor capacidad académica, por la motivación mostrada hacia las actividades novedosas y la oportunidad de establecer relaciones sociales basadas en el aprendizaje. Las dificultades que encontraron el alumnado para poder resolver las actividades se paliaron debido a la metodología cooperativa (Pérez-Sánchez & Poveda-Serra, 2008), siendo los estudiantes más aventajados un pilar para estudiantes con más dificultad. Que los estudiantes con dificultad de aprendizaje realicen actividades basadas en el desarrollo del Pensamiento Computacional, como el programa formativo expuesto en este estudio, permite la mejora en otros aspectos académicos. Trabajos como los de Bouck & Yadav (2020) muestran actividades e ideas prácticas para integrar en la educación el Pensamiento Computacional, con la intención de la mejora de aprendizaje y habilidades diversas, tales como las matemáticas, en el alumnado con dificultad de aprendizaje. Otros trabajos destacan la importancia de la innovación educativa para acercar y desarrollar las habilidades computacionales en el alumnado con dificultad de aprendizaje, ya que actualmente el 30% de los puestos de trabajos requieren

de ciertos conocimientos STEM (Israel et al., 2015). En esta línea, el programa formativo “Música Desenchufada” es un aliado la situación descrita dentro de la educación musical, tal y como se observa en los resultados obtenidos.

En lo referente a la diversidad cultural, ambos grupos muestran una mejora significativa en la puntuación del Pensamiento Computacional, mostrando independencia de su procedencia. Por lo tanto, el programa formativo es eficaz en entornos de gran variabilidad cultural. Estos datos se complementan con otros estudios, como los de Santos et al., (2011), quienes han arrojado datos en los que muestran que la procedencia étnico-cultural no es una variable que influya en determinados aspectos de la educación. Además, estudios como los de Pérez-Sánchez & Poveda-Serra (2008), nos confirman que el modelo de trabajo cooperativo favorece el aprendizaje del alumnado, con especial relevancia de la adaptación del alumnado con diversidad, mejorando la adaptación escolar y sus aspectos socio-emocionales.

En definitiva, se establece el programa “Música Desenchufada” como un aliado eficaz para el desarrollo del Pensamiento Computacional en las aulas de Educación Primaria. Se subraya su importancia en variedad de contextos educativos con independencia de los recursos con los que cuenten, siendo lo más destacables los de las zonas vulnerables y rurales.

Como líneas futuras de investigación de este trabajo se proponen la ampliación del estudio a partir de la inclusión de actividades desenchufadas en las programaciones anuales de educación musical. Este enfoque es de interés de forma globalizada con situaciones de aprendizaje anexas a otras áreas, como matemáticas, y da lugar a analizar la evolución del desarrollo del Pensamiento Computacional desde una perspectiva más amplia y continuada en el curso escolar. Por otro lado, y como se ha comentado anteriormente, sería necesaria una evaluación del Pensamiento Computacional mediante el uso de otros instrumentos de evaluación de forma complementaria al utilizado en este estudio. Además, sería de interés conocer los procesos cognitivos desarrollados dentro de las distintas etapas de Educación Infantil y Primaria. Por último, se requiere de un estudio analítico sobre actividades de actividades desenchufadas, Pensamiento Computacional y proyectos STEAM dentro del aula de educación artística dentro de la literatura científica internacional y en referencia al nuevo marco legal educativo en construcción.

6. Referencias bibliográficas

- AlQarzaie, K. & AlEnezi, S. (2022). Using LEGO Mindstorms in Primary Schools: Perspective of Educational Sector. *International Journal of Online & Biomedical Engineering*, 18(1), 139-147. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i01.27579>
- Álvarez-Rodríguez, M. (2017). Desarrollo del pensamiento computacional en educación primaria: una experiencia educativa con Scratch. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 2, 44-45.
- Andreotti, E. & Frans, R. (2019). The connection between physics, engineering and music as an example of STEAM education. *Physics Education*, 54(4), 045016. <https://10.1088/1361-6552/ab246a>
- Angeli, C. & Valanides, N. (2020). Developing Young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*, 105, 105954. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.018>
- Ávery, L. M. & Kassam, K. A. (2011). Phronesis: Children's local rural knowledge of science and engineering. *Journal of Research in Rural Education*, 26, 1-18. <https://jrre.psu.edu/sites/default/files/2019-08/26-2.pdf>
- Baraté, A., Ludovico, L. A., & Mauro, D. A. (2019). A Web Prototype to Teach Music and Computational Thinking Through Building Blocks. In Association for Computing Machinery (Eds.) *Proceedings of the 14th International Audio Mostly Conference: A Journey in Sound* (pp. 227-230). ACM Digital Library. <https://doi.org/10.1145/3356590.3356625>
- Bell, J. & Bell, T. (2018). Integrating computational thinking with a music education context. *Informatics in Education*, 17(2), 151-166. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.09>
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., & Grimley, M. (2009). Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20-29. <https://eprints.lanccs.ac.uk/id/eprint/50117/>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2791/792158>
- Bouck, E. E. & Yadav, A. (2020). Providing access and opportunity for computational thinking and computer science to support mathematics for students with disabilities. *Journal of Special Education Technology*, 37(1), 151 – 160. <https://doi.org/10.1177/0162643420978564>
- Branco, A., Dutra, C., Zumpichiatti, D., Campos, F. A., SantClair, G., Mello, J., Moreira, J.V., Godinho, J., Marotti, J., & Gomide, J. (2021). Programming for Children and Teenagers in Brazil: A 5-year Experience of an Outreach Project. In Association for Computing Machinery (Eds.) *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 411-417). ACM Digital Library. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432554>
- Clark, J. (2020). Research to practice: keeping STEM student recruitment fresh and relevant using peer mentoring. In IEE Press (Ed.) *IEE Frontiers in Education Conference* (p. 1-5). <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274230>
- Coenraad, M., Fofang, B. J. y & Weintrop, D. (2021). Gusanos y Esferos: Computing with youth in rural El Salvador. In Association for Computing Machinery (Eds.) *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 404-410). ACM Digital Library. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432535>
- Collins, N. (2018). Origins of Algorithmic Thinking in Music. In Dean, R.T. y McLean, A. (Eds.) *The Oxford Handbook of algorithmic music* (pp. 67-78). Oxford University Press.

- Croff, C. H. (2017). Teaching computational thinking patterns in rural high schools. En Rich, P. J. & Hodges, C. (Eds.) *Emerging research, practice, and policy on computational thinking*. (p. 1752188). https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_11
- Dittert, N., Thestrup, K., & Robinson, S. (2021). The SEEDS pedagogy: Designing a new pedagogy for preschools using a technology-based toolkit. *International Journal of Child-Computer interaction*, 27, 100210. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100210>
- Giraud, M., Groult, R., & Levé, F. (2016). Computational analysis of musical form. En Meredith, D. (Ed.) *Computational Music Analysis* (pp. 113-136). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25931-4_5
<https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.9.3.47>
- Israel, M., Wherfel, Q. M., Pearson, J., Shebab, S., & Tapia, T. (2015). Empowering K-12 students with disabilities to learn computational thinking and computer programming. *Teaching Exceptional Children*, 48(1), 45-53. <https://doi.org/10.1177/0040059915594790>
- Jagust, T., Cvetkovic-Lay, J., Krzic, A. S., & Sersic, D. (2018). Using robotics to foster creativity in early gifted education. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 630, 126-131. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62875-2_11
- Juárez-Pulido, M., Rasskin-Gutman, I., & Mendo-Lázaro, S. (2019). El aprendizaje Cooperativo, una metodología active para la educación del siglo XXI: una revisión bibliográfica. *Revista Prisma Social*, 26, 200-210. <https://revistaprimasocial.es/article/view/2693>
- Klein, E., & Lewandowski-Cox, J. (2019). Music technology and Future Work Skills 2020: An employability mapping of Australian undergraduate music technology curriculum. *International Journal of Music Education* 37(4), 636-653. <https://doi.org/10.1177/0255761419861442>
- Kong, S. C., & Wang, Y. Q. (2021). Item response analysis of computational thinking practices: Test characteristics and students' learning abilities in visual programming contexts. *Computers in Human Behavior*, 122, 106836. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106836>
- Leroy, A., & Romero, M. (2021). Teachers' Creative Behaviors in STEAM Activities with Modular Robotics. *Frontiers in Education*, 6, 642147 <https://doi.org/10.3389/educ.2021.642147>
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Developing a computational thinking test using Bebras problems. En Piotrkowicz A., Dent-Spargo, R., Dennerlein, S., Koren, I., Antoniou, P., Bailey, P. Treasure-Jones T., Fronza I. y Pahl, C. (2018) *Joint Proceedings of the CC-tel 2018 and TACKLE 2018 Workshops*. EC-TEL 2018. http://ceur-ws.org/Vol-2190/TACKLE_2018_paper_1.pdf
- Montes-León, H., Hijón-Neira, R., Pérez-Marín, D., & Montes-León, S.R. (2020). Mejora del Pensamiento Computacional en Estudiantes de Secundaria con Tareas Unplugged. *Education in the knowledge society (EKS)*, 21, 1-12. <https://doi.org/10.14201/eks.23002>
- Nogueira, V., Teixeira, D., Cavalcante, I. A., Moreira, M., Oliveira, B., Pedrosa, I., Queiroz, J., & Jeronimo, S. (2021). Towards an inclusive digital literacy: An experimental intervention study in a rural area of Brazil. *Education and Information Technologies*, 27, 2807-2834. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10711-z>
- Nunez, N. A., Cornejo-Meza, G., & Sánchez, S. A. (2020). Comparing computational thinking skills of engineering students in urban and rural areas of Peru. En *2020 IEEE ANDESCON*, (pp. 1-5). <https://doi.org/10.1109/ANDESCON50619.2020.9272097>
- Pérez-Marín, D., Hijón-Neira, R., Babelo, A., & Pizarro, C. (2020). Can computational thinking be improved by using a methodology based on metaphors and Scratch to teach computer programming to children? *Computers in Human Behavior*. 105, 105849. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.027>
- Pérez-Sánchez, A. M., & Poveda-Serra, P. (2008). Efectos del aprendizaje cooperativo en la adaptación escolar. *Revista de Investigación Educativa*, 26(1), 73-94. <https://revistas.um.es/rie/article/view/94121/90741>
- Petrie, C. (2021). Interdisciplinary computational thinking with music and programming: a case study on algorithmic music composition with Sonic Pi. *Computer Science Education*, 31, 1-23. <https://doi.org/10.1080/08993408.2021.1935603>
- Quilez-Serrano, M. & Vázquez-Recio, R. M. (2012). Aulas multigrado o el mito de la mala calidad de enseñanza en la escuela rural. *Revista Iberoamericana de Educación*, 59(2), 1-12. <https://doi.org/10.35362/rie5921393>
- Relkin, E., de Ruiter, L. E., & Bers, M. U. (2021). Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children. *Computers & Education*, 169, 104222. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104222>
- Román-González, M. (2015). Computational thinking Test: Design guidelines and content validation. En Helfert, M., Restivo, M.T., Zvacek, S. y Uhomoihi, J. (Eds.) *7th annual international conference on education and new learning technologies* (pp. 2436-2444). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4203.4329>
- Santos, M.A., Lorenzo, M., & Priegue, D. (2011). Infancia de la inmigración y la educación: La visión de las familias. *Revista de Investigación Educativa*, 29 (1), 97-111. <https://doi.org/10.6018/rie.33.1.191591>
- Shafer, J. & Skripchuk, J. (2020). Computational Thinking in Music: A Data-Driven General Education STEAM Course. En Association for Computing Machinery (Eds.) *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '20)* (p. 1312). <https://doi.org/10.1145/3328778.3372597>
- Simmonds, J., Gutierrez, F. J., Casanova, C., Sotomayor, C., & Hitschfeld, N. (2019). A teacher workshop for introducing computational thinking in rural and vulnerable environments. En Association for Computing Machinery (Eds.) *Proceedings of the 50th ACM Technical symposium on Computer science education (SIGCE'19)* (pp. 1143-1149). <https://doi.org/10.1145/3287324.3287456>
- Sun, L., Hu, L., & Zhou, D. (2021). Improving 7th-graders' computational thinking skills through unplugged programming activities: A study on the influence of multiple factors. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100926. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100926>
- Wing, J. M. (2019). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25 (2), 7-14. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/922>
- Yuliana, I., Hermawan, H. D., Prayitno, H. J., Ratih, K., Adhantoro, M. S., Hidayati, H., & Ibrahim, M. H. (2021). Computational Thinking Lesson in Improving Digital Literacy for Rural Area Children via CS Unplugged. *Journal of Physics: Conference Series*, 1720(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1720/1/012009>